

the organic abundance of the Liulaobei Formation reached the standard of hydrocarbon source rocks. Its matrix type was *iv*-type kerogen, its mudstone was thick, its hydrocarbon percent conversion was high, and its hydrocarbon productive amount was great. Though the organic material of the Liulaobei Formation was overmature, it can still split into condensate oil and humid gas. So, it was suggested that the Liulaobei Formation can be considered as the gas source rock of the Hefei Basin. Besides, based on the stratigraphic and geophysical data, it was inferred that the Liulaobei Formation was existing in the inner of the Hefei Basin. These conclusions provided theoretical bases for exploring gas pools in the Hefei Basin.

**Key words:** hydrocarbon source rock; the Liulaobei Formation; the Hefei Basin

## 高温条件下有机微凝胶体系研究

海玉芝, 王纪云, 张丽庆, 张 浩

(中国石化 河南油田分公司 勘探开发研究院, 河南 南阳 473132)

油田三次采油技术中, 微凝胶驱油技术与聚合物驱相比, 不仅克服了聚合物驱化学剂用量高、耐高温耐盐性差的技术弱点, 而且耐剪切, 具有流度控制和调剖作用, 是一项应用潜力很大的提高采收率新技术。该技术的原理是在高温油藏(75~ 105 °C)中, 在少量交联剂存在的条件下, 低浓度聚合物溶液通过分子间为主的交联反应, 形成微凝胶团, 可大幅度提高聚合物溶液的粘度, 从而表现出优异的耐高温耐盐性能。微凝胶驱与聚合物驱相比, 在粘度相当的条件, 聚合物用量可以减少 1/2~ 1/3; 而且微凝胶体系成胶后在水中性能稳定, 不象聚合物那样易被水稀释, 在调驱过程中没有浓度损失, 减少了聚合物的浪费, 从而解决了污水回注问题。通过比较全面的实验研究, 探讨和分析了对成胶性能的影响的关键因素和相互之间的影响条件: 1) HPAM 的浓度和有机交联剂浓度对体系成胶性能的影响; 2) 温度对有机微凝胶体系成胶性能的影响; 3) HPAM 的理化性能参数对成胶性能的影响; 4) 地下水矿化度及硬度对成胶性能的影响; 5) 氧含量对成胶性能的影响; 6) 稳定剂对成胶性能的影响。

有机微凝胶驱油技术具有如下几个特点: 1) 有机微凝胶体系在高温高盐条件下具有较强的成胶能力, HPAM 浓度为 200 ~ 400 mg/L、交联剂浓度为 100 ~ 200 mg/L 时的低浓度有机微凝胶体系, 80~ 105 °C 条件下老化 180 d 粘度保持在 38.6~ 138 mPa·s, 与不加交联剂的 1 000 mg/L 的 HPAM 溶液相比, 提高了聚合物的粘度, 聚合物用量低, 节约了开采成本; 2) 交联剂的交联作用提高了聚合物的耐高温抗盐性, 使有机微凝胶体系耐温可达 105 °C(最佳适宜温度 90~ 95 °C), 耐盐可达 100 000 mg/L, 可以在更高温和高矿化度的油藏实施聚合物驱技术, 扩大了 HPAM 的应用范围; 3) 有机微凝胶体系可以用污水(油田产出水)配制, 且长期热稳定性好, 解决了污水回注问题; 4) 有机微凝胶体系通过对 HPAM 分子量、水解度的选择, 有效调节微凝胶体系的成胶时间和成胶粘度, 以适应不同油藏条件的需要; 5) 降低含氧量和增加稳定剂的加入量, 都能够提高微凝胶体系的成胶性能。

近几年来, 该技术在国内外发展迅速, 已成为 EOR 技术领域中的主导发展技术。通过该技术的应用, 解决了老油田开发后期出现的产量递减快、原油生产成本增加等一系列问题, 因此具有广阔的推广应用前景。